

UNIVERSITE DE GENEVE
Clinique O.R.L.

FACULTE DE MEDECINE
Professeur Pierre MONTANDON

L'AUDIOMETRIE ELECTRO-ENCEPHALOGRAPHIQUE

Evaluation pratique de son intérêt en clinique otologique

THESE

présentée à la Faculté de médecine de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de docteur en médecine

par

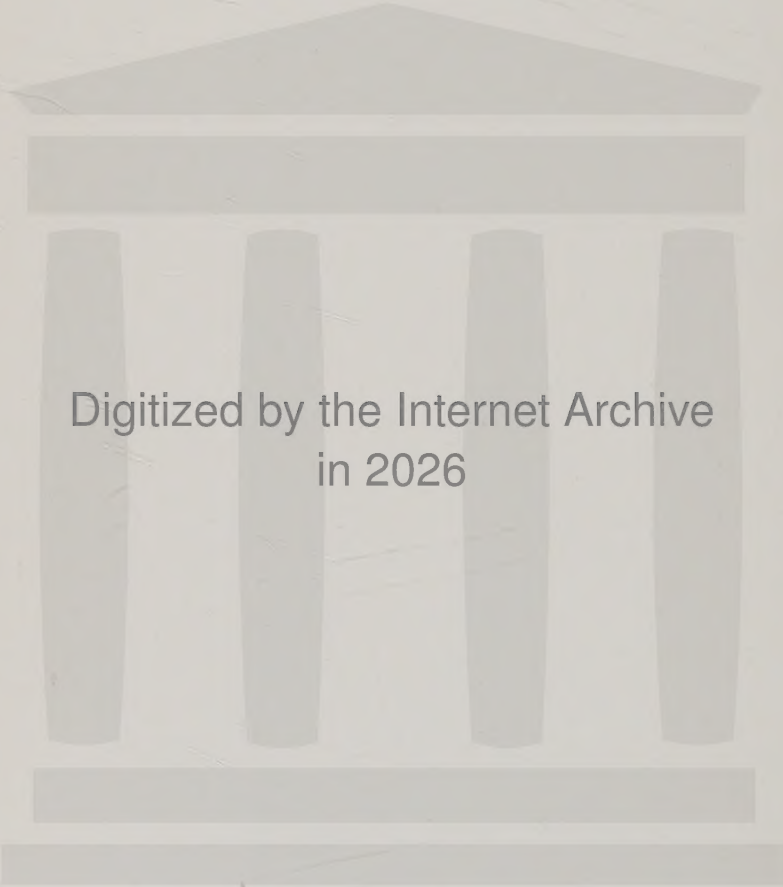
Roland de **GOUMOENS**

de

MORGES (Vaud)

Thèse No 3538

GENEVE
Editions Médecine et Hygiène
1976



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITE DE GENEVE
Clinique O.R.L.

FACULTE DE MEDECINE
Professeur Pierre MONTANDON

L'AUDIOMETRIE ELECTRO-ENCEPHALOGRAPHIQUE

Evaluation pratique de son intérêt en clinique otologique

THESE

présentée à la Faculté de médecine de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de docteur en médecine

par

Roland de GOUMOENS

de

MORGES (Vaud)

Thèse No 3538

GENEVE
Editions Médecine et Hygiène
1976

La Faculté de médecine, sur le préavis du professeur Pierre Montandon, autorise l'impression de la présente thèse, sans prétendre par là émettre d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

Genève, le 6 octobre 1976

Le doyen :
Marcel Jenny

Thèse No 3538



Je tiens à exprimer ma reconnaissance au professeur A. Montandon qui a bien voulu m'accepter dans son service.

Je remercie le professeur P. Montandon qui m'a fait l'honneur de diriger ce travail.

TABLE DES MATIERES

1. <u>INTRODUCTION</u>	1
2. <u>LES POTENTIELS EVOQUES AUDITIFS</u>	3
2.1. Chochléographie	3
2.2. Brain Stem Evoqued Response	3
2.3. Corticographie	3
2.4. Réponse évoquée au vertex	3
2.5. Potentiels tardifs	4
3. <u>LA REPONSE EVOQUEE AU VERTES (REV)</u>	5
3.1. Topographie	5
3.2. Origine cérébrale	6
3.3. Spécificité	6
3.4. Latence	7
3.5. Amplitude	7
4. <u>MATERIEL ET METHODE</u>	10
4.1. Electrodes	11
4.2. Enregistreur	11
4.3. Moyenneur	11
4.4. Stimulation	11
4.5. Critères d'appréciation	12
5. <u>RESULTATS</u>	15
5.1. Corrélation avec le seuil subjectif	15
5.2. Assourdissement	16
5.3. Audiométrie infantile	21
5.4. Expertises audiolologiques	26
5.5. Otoneurologie	29
6. <u>CONCLUSION</u>	32
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	33

1. INTRODUCTION

L'audiologie étudie les troubles de la fonction auditive. Pour évaluer cette fonction, l'audiologiste dispose d'un certain nombre de tests :

- L'examen clinique à l'aide du diapason et l'évaluation de la capacité du patient de comprendre la voix chuchotée ou la voix haute.
- Depuis Bekesy (1), l'audiométrie tonale liminaire permet la détermination du seuil de perception subjective pour les sons purs de différentes fréquences. Cette technique permet d'obtenir une image qualitative et quantitative de la fonction auditive.
- L'audiométrie vocale (Fletcher, 2) permet en déterminant un pourcentage de mots compris, d'apprécier la faculté de compréhension du langage.
- L'audiométrie tonale et vocale, avec leurs tests complémentaires et supra-linaire (Zwilo Ki, 3) (Luscher, 4), (Carhart, 5), (Bekesy, 6) et autres... permettent une étude précise de la fonction auditive.

Tous ces tests font appel à la perception consciente du patient.

En complément de cette approche psycho-acoustique subjective, l'étude des phénomènes électro-physiologiques de la fonction auditive permet d'obtenir une appréciation objective de cette fonction.

Les recherches en physiologie de l'audition ont permis l'application clinique de trois méthodes objectives.

a - L'électro-cochléographie (Kiang, 7), (Aran, 8), (Montandon, 9), enregistre le potentiel d'action global du nerf auditif. Cette méthode permet une approche objective du fonctionnement de l'organe récepteur périphérique (organe de Corti et nerf auditif).

b - Le réflexe stapédien. Basé sur l'étude de propriété physique de l'oreille moyenne (mesure d'impédance) et d'un réflexe physiologique, la recherche du réflexe stapédien interroge l'arc réflexe auditif moteur.

c - L'audiométrie électro-encéphalographique. L'enregistrement des modifications de l'activité électro-encéphalographique par des stimuli auditifs permet d'obtenir une évaluation globale du fonctionnement du système de l'audition. Depuis les travaux de Davis (12) en 1939, la technique d'enregistrement des potentiels évoqués auditifs s'est considérablement développée, jusqu'à la mise au point sur le marché d'appareils standardisés permettant d'appliquer en clinique cette technique objective d'examen.

Le but de notre travail a été, à l'aide de l'un de ces appareils (Medelec Amplaid ERA) de déterminer les possibilités d'application clinique de l'audiométrie électro-encéphalographique. Nos résultats personnels ont été confrontés à la littérature sur plusieurs points :

- a - Les caractéristiques de la réponse évoqués
- b - Les problèmes techniques audiométriques, tels que : détermination du seuil auditif et assourdissement de l'oreille contro-latérale.
- c - L'application de cette technique dans certaines indications particulières telles que :
 - audiométrie infantile
 - oto-neurologie
 - expertise audiolgique.

2. LES POTENTIELS EVOQUES AUDITIFS

Les premières réponses électriques évoquées par des stimuli auditifs furent mis en évidence sur des tracés EEG (Berger, Durup, Gastaud, Loomis).

Il s'agissait de modification de rythme et d'amplitude de l'activité électrique de base. Ce type de réponse présentait des caractères trop variables et inconstants pour qu'une utilisation audiométrique en soit tirée.

Les stimuli sensoriels induisent un autre type de réponse électrique : les potentiels évoqués.

L'étude des potentiels évoqués s'est orientée dans plusieurs voies. En fonction de leur latence on peut diviser ceux-ci en 5 groupes :

2.1. - Potentiels d'action du nerf auditif (latence de 1 - 4 ms)

L'électro-cochléographie qui analyse ces potentiels permet de tester la fonction du récepteur périphérique (cochlée et nerf auditif) (Kiang (7) Aran (8) Montandon) (9).

2.2. - Potentiels évoqués du tronc cérébral (Brain Stem Evoked Response)

Ces potentiels évoqués du tronc cérébral peuvent être enregistrés à la mastoïde avec des latences entre 2 et 12 m. s. L'onde significative (P6) semble être produite par le coliculus inférieur (Hecox et Galambos) (17).

2.3. - La corticographie (Geissler) (18)

Chez l'animal il est possible d'enregistrer sur les aires auditives corticales, un potentiel dont la latence varie entre 20 et 40 m. s. Chez l'homme des réponses avec des latences comparables peuvent être enregistrées par une électrode cutanée placée dans la région occipitale. L'abandon des recherches sur l'application clinique de ces potentiels est motivé par les travaux de Bickford (19) montrant l'origine certainement myogénique de ces accidents électriques. Leur disparition sous curarisation et la similitude entre leur latence et celle du recrutement des activités électro-myographiques sont deux arguments de poids pour Bickford.

2.4. - Les potentiels évoqués aux vertex

A partir d'enregistrement EEG, Davis (20) et Bancaud (21) ont mis en évidence des modifications électriques tardives (latence d'environ 100 m. s) évoquées par des stimulations auditives. Le faible rapport signal bruit de fond de ces réponses rendait difficile l'application de ces recherches à un usage clinique. L'introduction des ordinateurs a finalement permis l'application clinique de ces potentiels évoqués aux vertex. Afin de distinguer cette réponse aux vertex

des potentiels évoqués corticaux précoces de la corticographie, le terme de "réponse évoquée vertex" (Rev) lui a été appliqué (Davis (22) Rapin (23). Dans la littérature française la recherche de cette réponse évoquée au vertex est dénommée audiométrie électro-encéphalographique (AEFG) (Morgon) (24).

2.5. - Des réponses évoquées encore plus tardives (latence de plus de 300 m.s.) peuvent être produites par des stimulations auditives dans certaines conditions.

Le complexe K est enregistré à certains stades du sommeil. Lors de stimulation auditive séquentielle chez un individu préalablement conditionné, l'attente du prochain stimulus produit une onde négative sur le tracé EEG appelée CNV (Contingent Negative Variation) Walter (25).

3. LA REPONSE EVOQUEE AU VERTEX (REV)

La REV comporte 4 ondes dont les caractéristiques électriques sont définies de la manière suivante : P_1 N_1 P_2 N_2 . En pratique, la chute entre N_1 et P_2 est l'élément de référence par sa netteté et sa stabilité. (fig. 1).

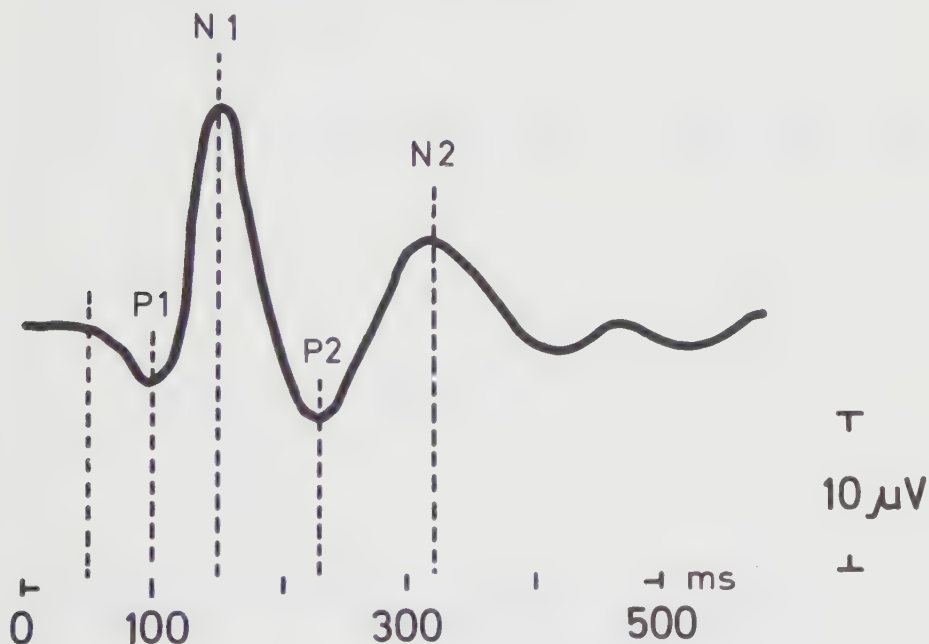


Fig. 1 réponse évoquée au vertex : schéma des ondes électriques

D'après la plupart des auteurs (Davis (22) Rapin (23) Beagley (30) on peut admettre que chez l'adulte la latence moyenne des divers accidents se situe P_1 à 50 m.s., N_1 100 m.s., P_2 200 m.s. et N_2 300 m.s.

3.1. - Topographie de la REV

La réponse évoquée, largement répartie sur le crâne, montre un maximum d'amplitude au vertex. Gastaut (26) Bancaud (21).

3.2. - Origine cérébrale de la REV

Une origine musculaire de cette réponse doit être envisagée. Le clignement de paupières et les contractions musculaires du rachis cervical présentent quelques similitudes de polarité et de latence avec la REV. La pose d'une électrode active oculaire permet d'écarter une origine musculaire (orbiculaire des paupières) à la REV enregistrée au vertex. (fig. 2).

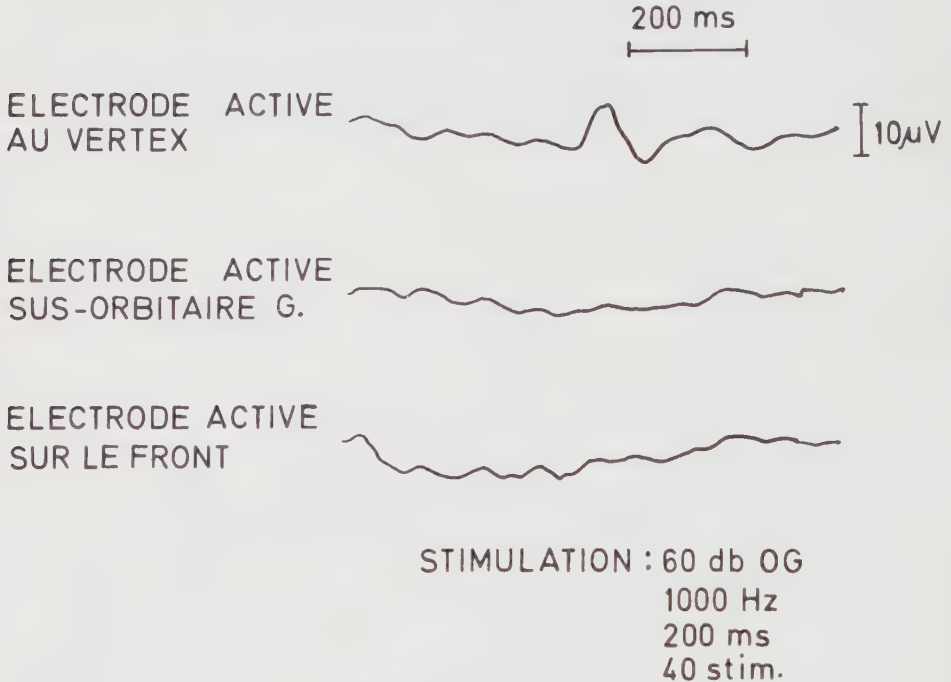


Fig. 2 L'électrode active placée au vertex permet d'obtenir une réponse électrique négative (N_1) caractéristique, synchrone au stimulus auditif. L'électrode sus-orbitaire et celle placée sur le front ne montre aucune onde électrique synchrone.

Une origine musculaire postérieure peut être rejetée par le fait que la REV n'est pas modifiée par des variations de position de la tête et que de surcroît, la curarisation des patients n'entraîne pas sa disparition. On peut encore citer le travail de Barnett (27) montrant que la REV n'existe pas dans un cas d'hydranencéphalie alors que les réactions motrices cliniques subsistent.

3.3. - Spécificité de la REV

D'autres stimulations sensorielles produisent des réponses évoquées presque superposables à la réponse auditive. Bancaud (21) et Davis (28) ont démontré la possibilité d'obtenir des réponses électriques au vertex superposables à par-

tir de stimuli visuels, auditifs et somesthésiques. Il convient donc de reconnaître la nature aspécifique de cette réponse et d'en tirer les conclusion dans son application clinique.

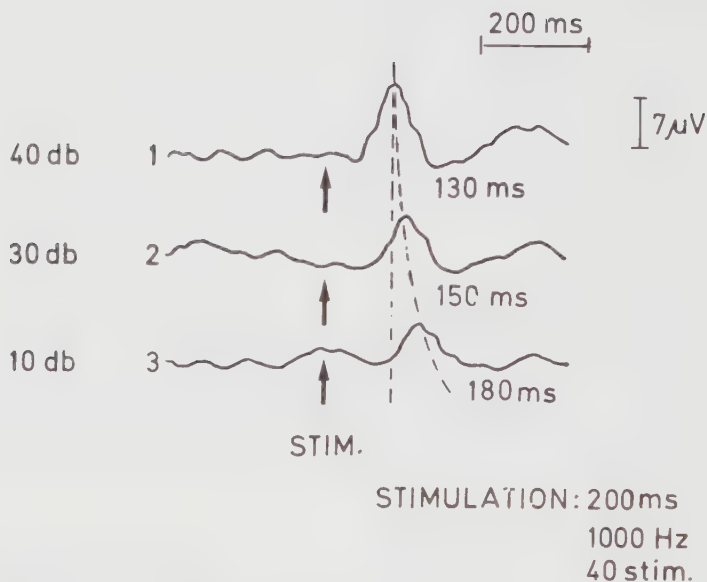
3.4. - Latence des composantes de la REV

Chez l'adulte la latence moyenne du pic le plus constant N_1 se situe autour de 100 m.s. avec des limites entre 85 et 150 m.s. L'intensité du stimulus influence directement la latence (Beagly et Knight) (29). Chez l'enfant et particulièrement le nouveau né, le temps de latence prend des valeurs singulièrement plus élevées. Il n'est pas rare de trouver des latences pour N_1 de 200 à 250 m.s. (Sharrard) (30). (fig. 3).

3.5. - Amplitude de la REV

Beagly (29) et Keidel (31) ont montré qu'il existe une proportionnalité directe entre l'amplitude de la REV et l'intensité du stimulus. Ceci tout au moins jusqu'à une intensité de 70 db au-dessus du seuil. Au-delà de cette valeur la corrélation directe semble disparaître. Certains facteurs influencent la relation intensité-amplitude. La forme du stimulus ainsi que l'intervalle entre les stimuli modifient directement l'amplitude. (fig. 4).

M.Y. seuil subj. 0 db CA/OD



Enf. V. 24 mois

seuil subj. 10 db CA/OG

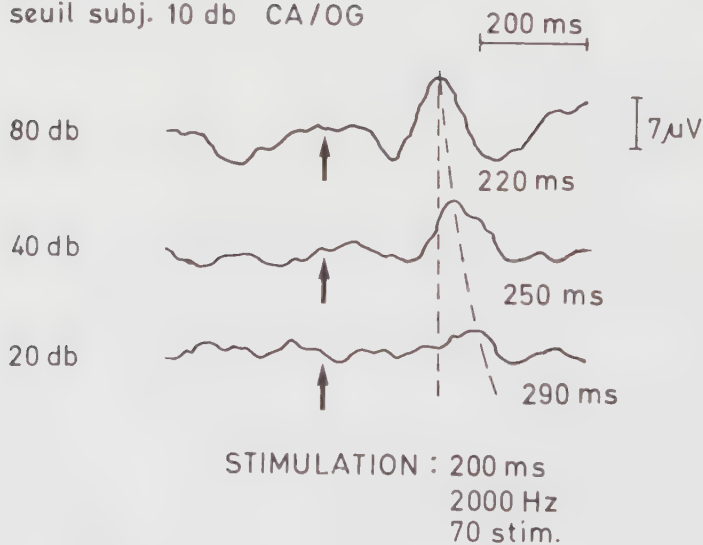


Fig. 3 Variation de latences en fonction de l'intensité :

a) chez l'adulte : de 40 à 10 db la latence passe de 130 ms à 180 ms.

b) chez l'enfant (2 ans) : la latence passe de 220 ms (80 db) à 290 ms à 20 db.

Mr A.Z. seuil subj. 15 db CA/OD

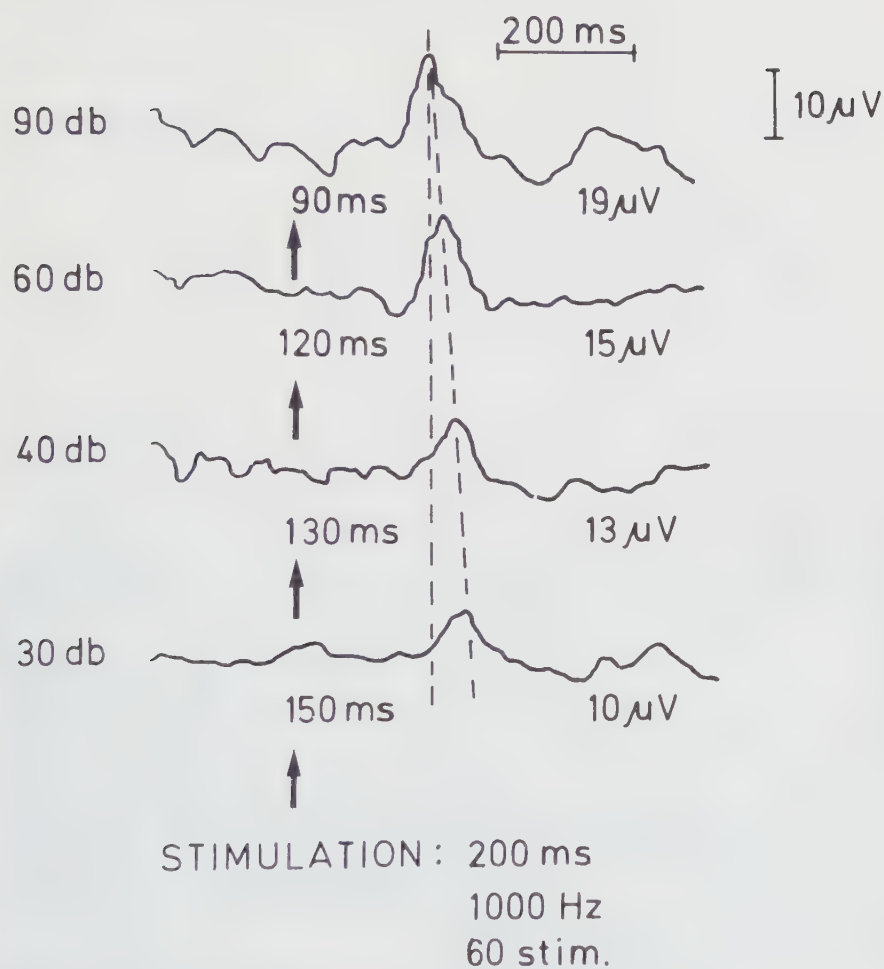


Fig. 4 Variation d'amplitude en fonction de l'intensité

4. MATERIEL ET METHODE

L'appareillage utilisé (Medelec Amplaid Era) peut être schématiquement décrit comme l'assemblage de 4 instruments :

- Audiomètre classique à 2 canaux
- Amplificateur EEG avec jeux de 4 électrodes
- Moyenneur analogique à 100 adresses
- Système électronique, synchronisant le signal acoustique avec l'enregistrement d'un échantillon du tracé EEG. (fig. 5).

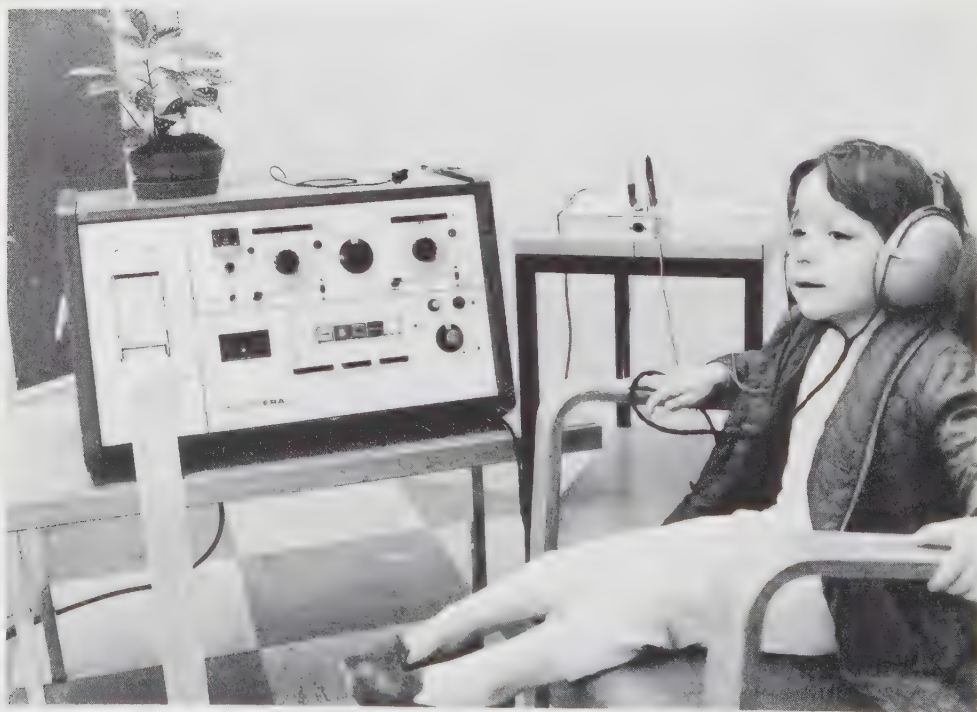


Fig. 5

Le schéma de l'examen est celui proposé par le fabricant :

4.1. - Electrodes

L'électrode active est placée sur le vertex. Sa position est définie comme le point milieu d'une ligne imaginaire, reliant le nasion à l'inion. L'électrode masse est fixée au front, les 2 mastoïdes servant de référence.

4.2. - Enregistreurs

Le signal enregistré au vertex passe dans un pré-amplificateur avant de passer dans le moyennneur digital. L'enregistreur graphique reçoit deux informations :

- a - le signal de l'EEG enregistré au vertex de façon continue
- b - le même signal moyennné selon les caractéristiques décrites plus loin.

L'inscription se fait sur papier avec un déroulement de 10 mm/sec. A tout moment de l'analyse il est possible d'obtenir une séquence à déroulement rapide (100 mm/sec.). Les paramètres de stimulation figurant sur l'enregistrement, il est alors aisément possible de mesurer la latence de chaque accident électrique du tracé moyennné.

4.3. - Moyennneur

Le principe du moyennneur MEDELEC est de type digital. Le signal EEG sortant du pré-amplificateur est fractionné en séquences synchronisées avec le stimulus. Chaque séquence est alors additionnée aux séquences précédentes permettant ainsi d'extraire les accidents du tracé synchronisés au stimulus. Après un certain nombre de passage, les accidents aléatoires sont ainsi éliminés.

Le nombre de stimuli nécessaires est dépendant du rapport d'amplitude entre le signal cherché et le bruit de fond. (fig. 6).

4.4. - Stimulations

Les paramètres utilisés sont ceux proposés par le fabricant. Ils recouvrent approximativement ceux proposés par la plupart des auteurs (Davis) (22) (Onishi) (32).

- Séquences analysées	1.000 m. s.
- Analyse pré-stimulatoire	200 m. s.
- Stimulus trapézoïdal	200 m. s.
- Pente du stimulus	2 x 20 m. s.
- Intervalle entre 2 stimulus	2 sec.
- Nombre de stimuli	40-60

Pour la recherche d'une courbe tonale liminaire le schéma proposé est le suivant :

- Pour 1 Khz : stimulus de 90 db. En cas d'obtention d'une REV, diminution du niveau d'intensité de 20 en 20 db jusqu'à disparition de la REV. Le niveau d'intensité est alors augmenté de 10 db par rapport au dernier test. Ce schéma permet d'approcher le seuil de perception avec une précision de plus ou moins 5 db.

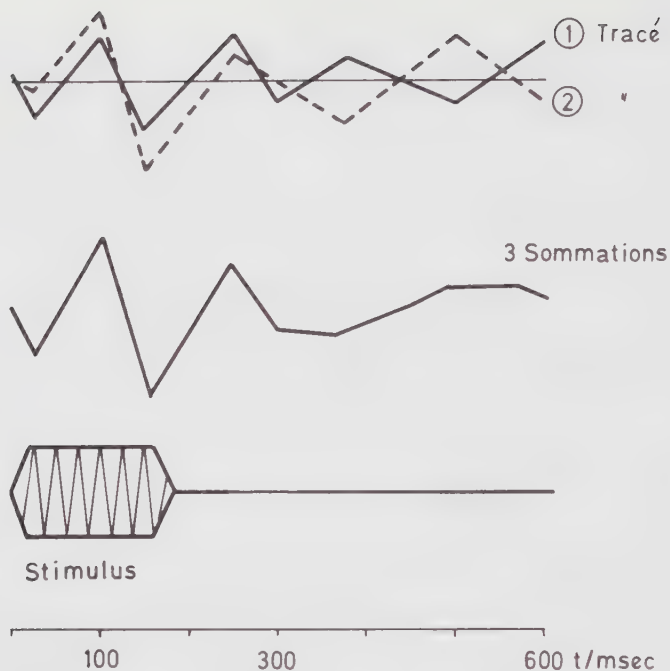


Fig. 6 Schéma du fonctionnement d'un moyennneur digital

La même procédure est appliquée pour les fréquences 0,5 et 4 KHz.

Le temps nécessaire à l'obtention d'un seuil pour trois fréquences de chaque côté est pour un patient adulte d'environ 60 minutes.

4.5. - Appréciation de l'existence de la REV

Les critères d'appréciation sont de trois types :

1. Apparition progressive d'un pic de plus en plus net et ne se modifiant que peu au cours de la stimulation, (fig. 7).
2. Contrôle précis de latence à plusieurs reprises au cours de l'analyse. Ces contrôles sont effectués après 20, 40 et 60 stimulations.
3. Croissance progressive de la latence en fonction inverse de l'intensité du stimulus, (fig. 8).

Enf. A.F. 5 ans. Seuil subj.indéterminé. CA/OG 20.9.1972

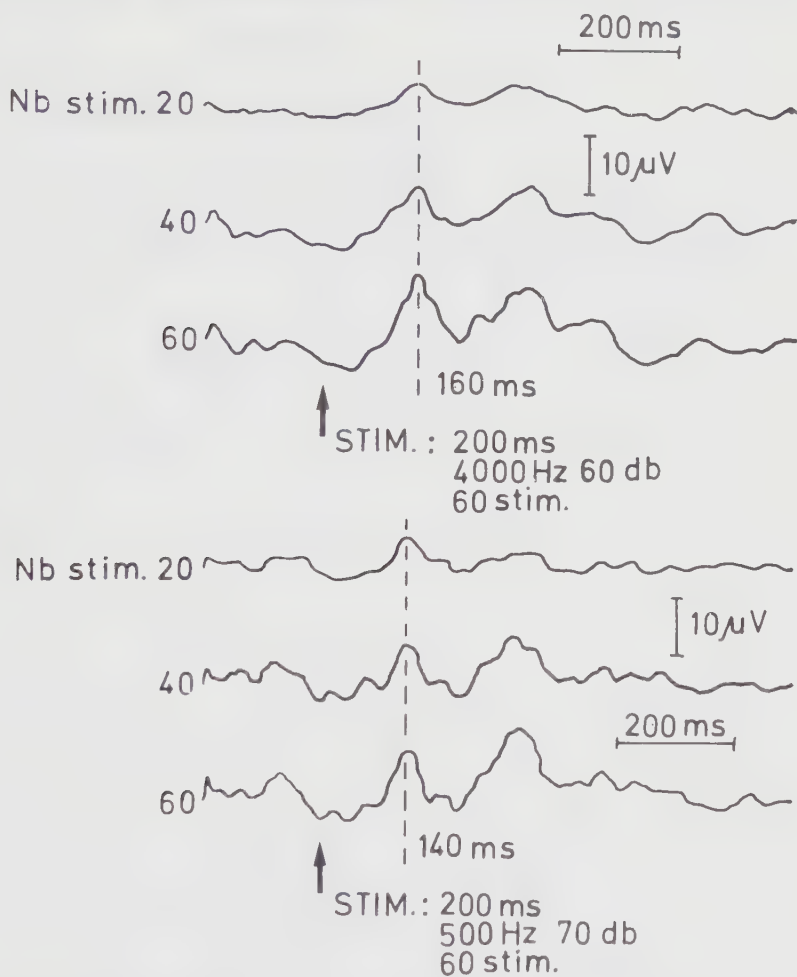


Fig. 7 Apparition progressive de l'onde N_1 au cours de la sommation sans variation de latence.

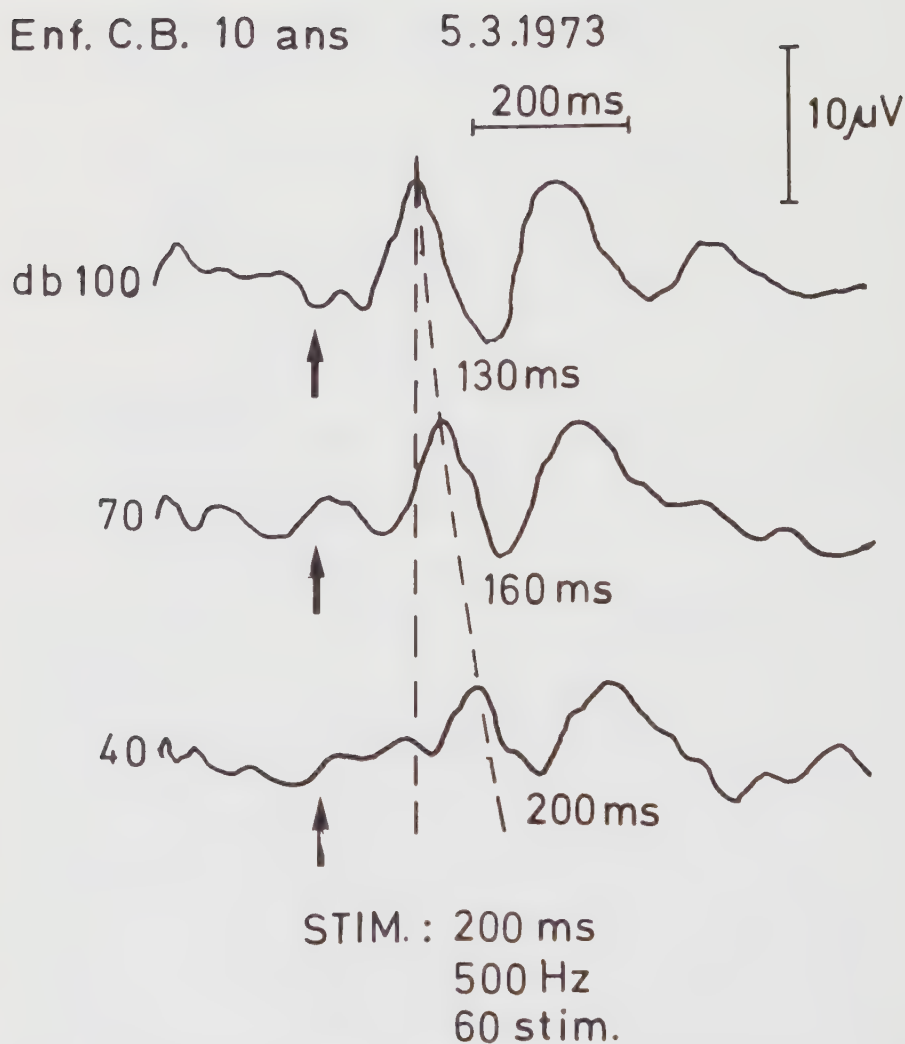


Fig. 8 Augmentation progressive caractéristique de la latence en proportion inverse de l'intensité.

5. RESULTATS

5.1. - Correlation avec le seuil de perception subjectif

Une première partie de notre expérience a consisté en l'examen de 20 patients ne présentant pas une perte auditive excédant 30 db. Ces sujets adultes furent examinés dans la même journée en audiométrie tonale subjective et en AEEG. La même source sonore servant pour les deux examens. Ce groupe nous a servi à comparer le seuil d'apparition de la REV et le seuil de perception auditive subjective.

Chaque sujet a été testé pour trois fréquences (0,5, 1 et 4 Khz) pour chaque oreille. Le seuil d'apparition de la REV a été déterminé comme décrit sous matériel et méthode. La dispersion des résultats figure sur l'histogramme ci-dessous (120 seuils). (fig. 9).

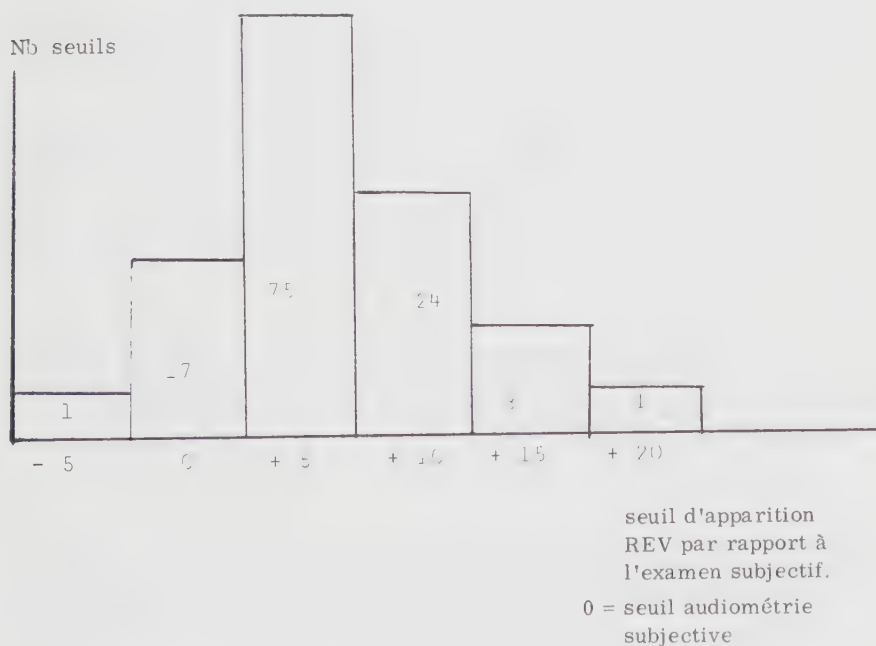


Fig. 9 Histogramme des seuils obtenus en AEEG par rapport au seuil de l'audiométrie tonale subjective.

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Rose (33) Cody (34) et Rapin (35) avec d'autres types d'appareillages. 97 % des seuils obtenus en AEEG sont dans les limites de fiabilité de l'audiométrie liminaire subjective.

5.2. - Assourdissement en AEEG

La littérature ne fait que peu mention du rôle de l'assourdissement sur l'extraction de la REV. Chueden (36) constate que le bruit blanc a un effet sur l'amplitude de la REV, sans en modifier la latence.

L'intérêt de pouvoir objectiver une surdité unilatérale nous a conduit à entreprendre un contrôle systématique des diverses techniques d'assourdissement et d'en mesurer leur influence sur la REV. Les deux questions principales étaient :

1. l'efficacité de l'assourdissement
2. son influence sur l'extraction de la réponse évoquée.

Deux groupes de patients ont été sélectionnés pour cette étude :

a) Un groupe de 5 personnes présentant une cophose unilatérale.

b) Un groupe comprenant 15 personnes présentant des surdités asymétriques de différents types, nécessitant toutes un assourdissement de l'oreille controlatérale. L'intensité de l'assourdissement a été déterminé d'après les conclusions proposées par König (37) à la table ronde sur le marking du 10ème Congrès International d'Audiologie. Tous les patients ont été examinés en audiométrie tonale subjective avec la source sonore servant à l'AEEG. Les deux examens ont été réalisés le même jour dans la même camera silenta.

L'efficacité de l'assourdissement a été recherché par l'examen des 5 patients présentant une cophose unilatérale. L'oreille non testée a pu être éliminée en conduction aérienne par un assourdissement d'une intensité inférieure de 40 db au son testé. (fig. 10).

L'influence des bandes étroites de fréquence (NB) sur l'apparition de la REV a été recherchée dans le groupe des 15 patients présentant une atteinte auditive asymétrique.

Nous nous sommes aperçus que l'assourdissement par les bandes étroites de fréquences, habituellement utilisé en audiométrie tonale subjective, perturbe l'apparition de la REV. L'amplitude de la réponse est nettement diminuée, ce qui complique la lecture du tracé en diminuant le rapport signal bruit de fond.

La latence de la composante N_1 ne semble quant à elle pas significativement modifiée.

D'autres types d'assourdissement ont alors été testés. Si le bruit blanc (WN) influence la REV de la même manière, en revanche celle-ci ne semble pas être modifiée par un assourdissement effectué au moyen d'un son pur d'une fréquence inférieure au son testé. (fig. 11 et 12).

Les 15 patients ont alors été testés systématiquement avec les 3 types d'assourdissement. L'intensité de ce dernier étant fixé par la formule de König pour la conduction aérienne (CA) et à 25 db au-dessus de l'intensité testée pour la conduction osseuse (CO). Les valeurs de l'examen subjectif ont été obtenues selon les mêmes critères. L'assourdissement était produit par des bandes étroites de fréquence. (fig. 13 et 14).

A. G. 1939

COPHOSE GAUCHE

12 . 7 . 1972

1000 Hz

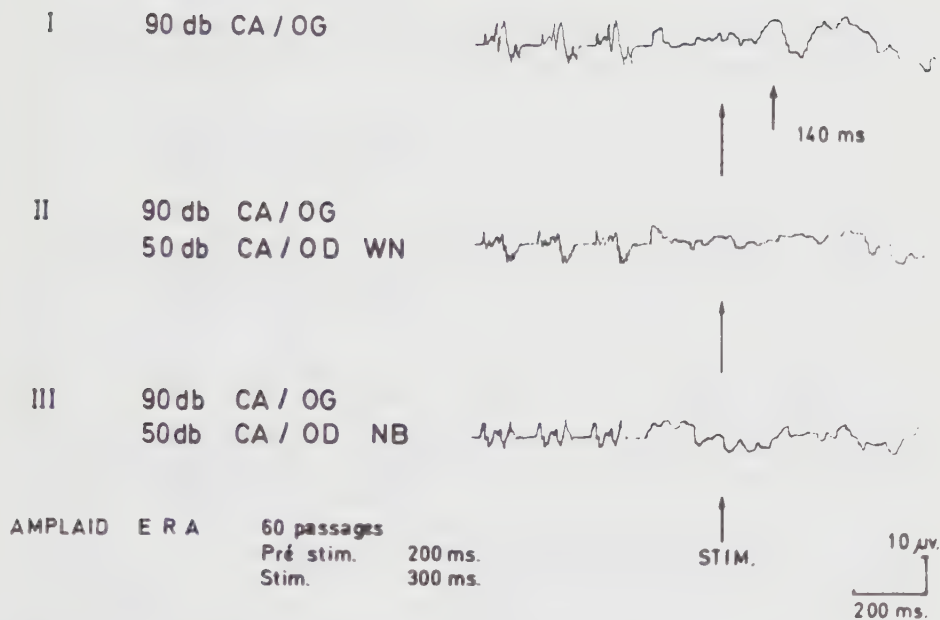


Fig. 10 I réponse évoquée due à l'oreille contro-latérale
 II abolition de cette réponse par un bruit blanc (WN)
 III abolition de cette réponse par les bandes étroites de fréquence (NB)

R. L. 1929

5.4.1972

HYPOACOUSIE GAUCHE

- 55 db CA/OG 500 Hz A. Subj.

500 Hz

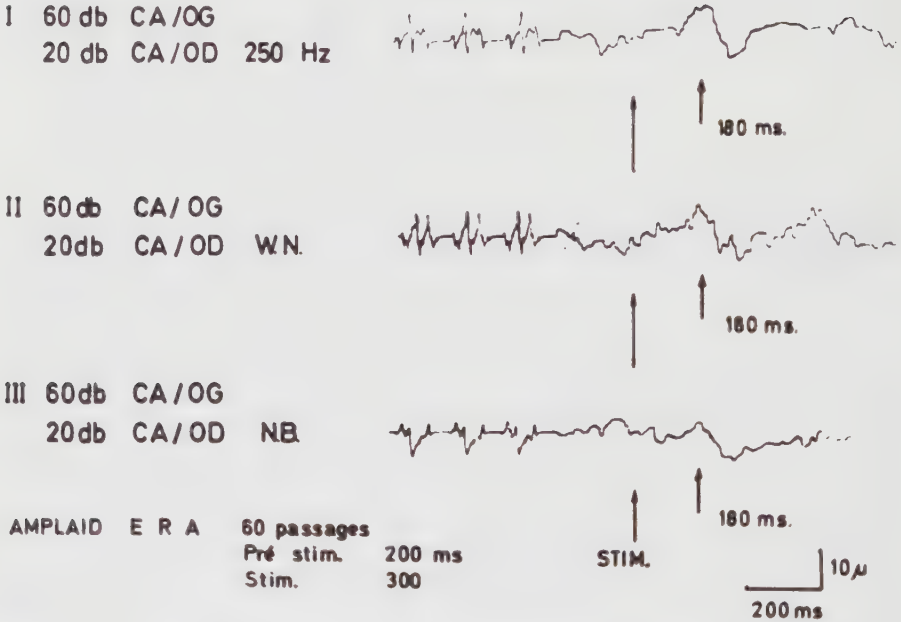


Fig. 11 Influence des types d'assourdissement sur la REV

I réponse non modifiée par un son pur de fréquence inférieure
II et III réponse partiellement marquée par le WN et le NB
(latence non modifiée)

J. L. 1943

19. 7. 1972

HYPOACOUSIE PERCEPTION GAUCHE
 - 50db CO/OD 1000 Hz A. Subj.

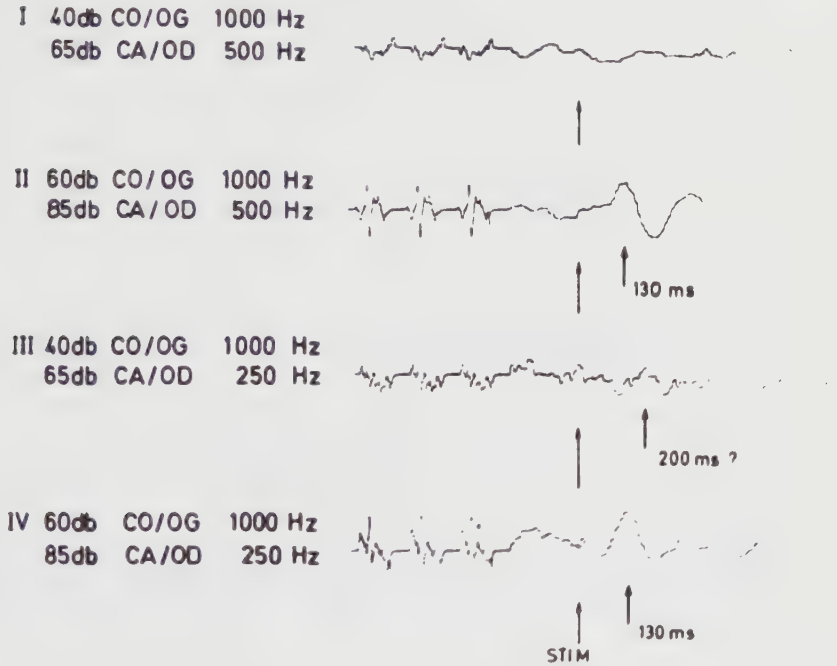


Fig. 12

Efficacité de l'assourdissement par un son pur.

Le son pur de fréquence juste inférieur est efficace en dessous du seuil subjectif et ne modifie pas la REV au-dessus du seuil subjectif (I et II)

Un son pur inférieur de 2 octaves au son testé ne modifie pas la REV et son efficacité n'est pas suffisante (III et IV)

		Intensité testée (IT) CO/OD				
		1000 Hz				
		40 db	50 db	60 db	70 db	
Masking CA/OG 25 db > IT	NB	-	-	+	+	A.subj.
	NB	-	-	-	± ?	A.obj.
	WN	-	-	-	+	A.obj.
	250 Hz	-	- ?	+	+	A.obj.
	500 Hz	-	-	+	+	A.obj.

Fig. 13 Surdité de perception en plateau de -55 dB à 1000 Hz.
Comparaison des seuils obtenus avec les différentes formes d'assourdissement.

Ecart A.obj.- A.subj.

Ecart (db)	NB	WN	Son pur
5	-	1	10
10	7	5	5
15	6	8	-
> 15	2	1	-

Fig. 14 Ecart moyen obtenu dans la détermination des seuils en AEEG par rapport à l'audiométrie subjective.
15 patients présentant une surdité asymétrique.

Les concordances des résultats, obtenus par l'assourdissement au moyen d'un son pur d'une octave inférieure au son testé en AEEG et les bandes étroites de fréquence en audiométrie tonale subjective, nous a ait choisir ce type d'assourdissement en pratique clinique.

5.3. - Audiométrie infantile

La recherche des potentiels évoqués au vertex chez le nouveau-né et le petit enfant a fait l'objet de très nombreux travaux (Suzuki) (38) (Tyberghein) (39) (Tagushi) (40). Certains auteurs et particulièrement Rapin (41) s'ils relèvent l'intérêt de cette méthode en pédaudiologie, rendent attentif aux nombreux problèmes rencontrés :

- Présence de réponses fausses positives et fausses négatives.
- Chez le nouveau-né une grande variation de latence et d'amplitude.
- En-dessous de 3 ans, nécessité dans la plus grande partie des cas d'utiliser une sédation ou une narcose complète.

Le rôle important de la maturation électro-encéphalographique sur le seuil et la latence de la REV est particulièrement mis en évidence dans les travaux de Dreyfus (42).

Suzuki (33) et Sharrard (30) montrent d'autre part que la réponse évoquée au vertex varie dans sa forme et sa latence selon les différents stades du sommeil physiologique ou induit.

Nous avons examiné 24 enfants, de 6 mois à 8 ans, pour lesquels les examens psycho-acoustiques n'avaient pas permis une évaluation satisfaisante de la fonction auditive.

Ces enfants présentaient des troubles du comportement ou des retards de langage laissant suspecter une surdité sévère. La réalisation de l'AEEG chez ces enfants a posé plusieurs problèmes, particulièrement en ce qui concerne la sédation, quand elle était nécessaire, et l'interprétation des tracés.

Trois types de sédation ont été utilisés :

Kétamine, Nembutal et sommeil naturel chez les enfants de mois de un an (induction au biberon). Dans les trois cas, si les conditions d'examen étaient satisfaisantes, tout particulièrement avec la Kétamine, l'écueil le plus important s'est situé dans la labilité du niveau du sommeil obtenu. Sur l'appareil utilisé, l'inscription du tracé EEG de base ne permet pas d'apprécier avec précision le niveau de vigilance. Il en découle 3 inconvénients majeurs :

a) La moyenne se fait avec des portions de tracé EEG qui peuvent présenter des différences très importantes d'amplitude et de fréquence au cours de la sommation. L'extraction de la REV nécessite alors un nombre très important de stimuli, allongeant par trop la durée de l'examen.

b) Au cours du stade III du sommeil, la réponse évoquée peut revêtir la forme d'un complexe K, qui, s'il représente un type de réponse évoquée au vertex, montre des latences et des formes très différentes de la REV. Ce phénomène complique grandement l'interprétation du tracé.

c) Pendant le stade II apparaissent les "Spindles" qui se répètent de façon relativement rythmiques et peuvent sinon perturber l'extraction de la REV, du moins se trouver sommés et modifier la forme de la réponse moyennée. Dans certains cas ces "Spindles" peuvent provoquer l'apparition sur le tracé moyenné d'une réponse fantôme. (fig. 15).

ENFANT G. Ga. 14 mois

11. 7. 72

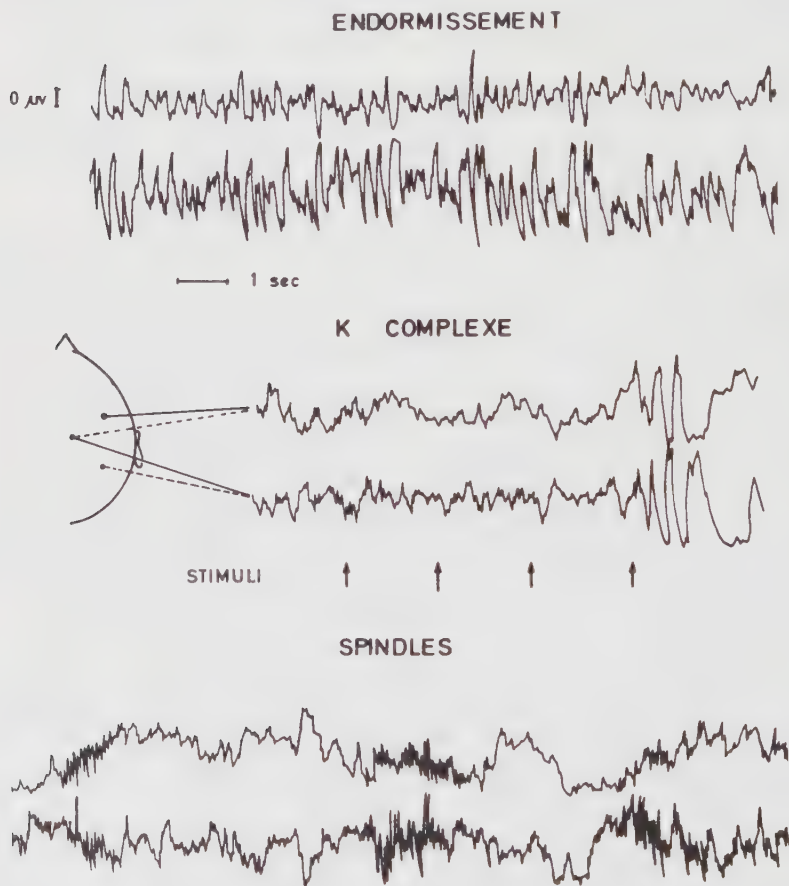


Fig. 15

Accidents électriques perturbant la sommation des REV dans le sommeil.

En haut : ondes de grandes amplitudes de l'endormissement

Au milieu : K complexe apparaissant au cours du stade III du sommeil.

En bas : spindles apparaissant de façon plus ou moins rythmique (stade II)

L'ensemble de ces constatations permet de penser que si l'AEEG peut facilement être réalisé chez l'adulte éveillé au moyen d'un appareil standardisé, avec une seule électrode active au vertex, il est absolument nécessaire d'ajouter à ce montage un enregistrement des potentiels EEG précis lors de l'examen fait sous sédation. L'électro-encéphalogramme doit posséder au minimum 2 canaux pour le contrôle de la vigilance. Ceci par des enregistrements de l'activité postérieure et vertex. L'examineur déclenche alors les stimuli en fonction du tracé EEG, en renonçant aux séquences programmées.

Les réponses fausses positives, la plupart du temps provoquées par des artéfacts ou des "spindles" peuvent ainsi être écartées. Deux précautions simples permettent en outre de les éviter presque totalement :

a) L'observation de l'apparition progressive de la REV au cours de la sommation (fig. 16).

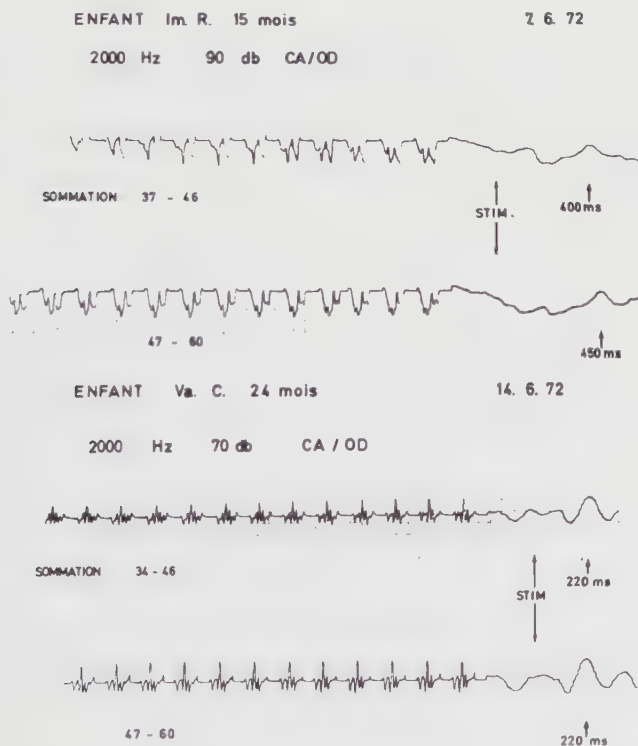


Fig. 16

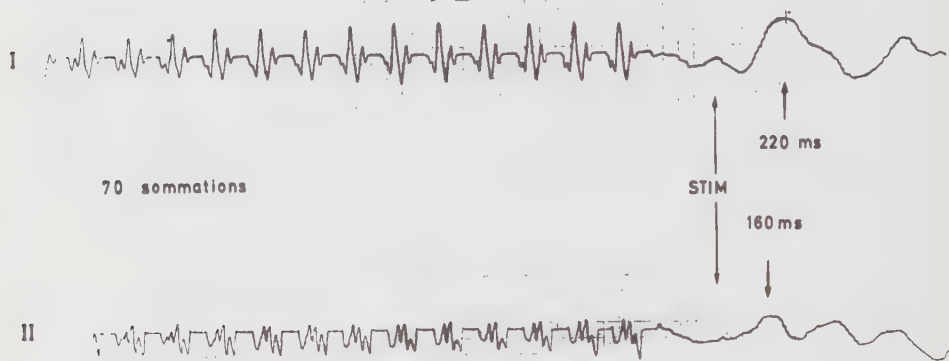
Tracé du haut : réponse fantôme au cours de la sommation, le pic négatif varie de latence (400 à 450 ms).
Tracé du bas : REV. Le pic négatif s'extrait de plus en plus nettement sans modification de latence (220 ms)

b) La répétition systématique à deux reprises dans tous les cas douteux. (fig. 17).

ENFANT Ro. C. 17 mois

2. 5. 1972

500 Hz 90db CA / OG



ENFANT V C 24

14 6 1972

2000 Hz 60db CA / OG

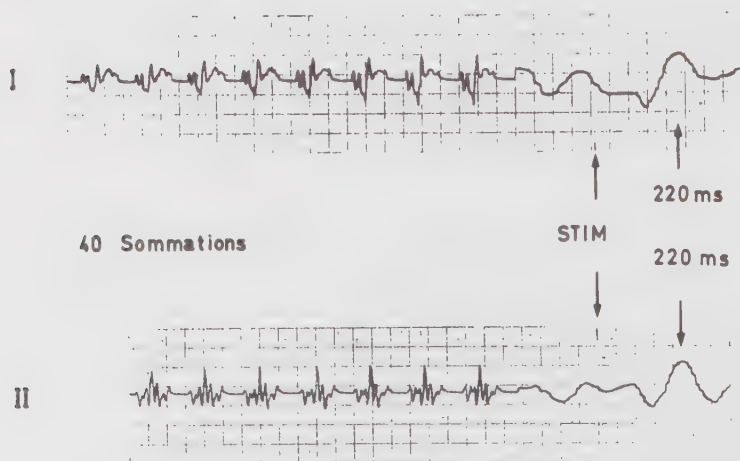


Fig. 17

Sur les tracés du haut : le pic négatif est compatible avec une REV (apparition progressive et latence d'environ 200 ms). La répétition de l'examen avec les mêmes paramètres de stimulation ne permet pas d'obtenir à nouveau ce pic. Il s'agit d'une réponse fantôme.

Sur les tracés du bas, la même déflexion négative est obtenue au cours des deux analyses. Il s'agit d'une REV.

Toutes modifications de latence entre les 2 sommations, effectuées avec des paramètres de stimulation égaux, doit faire considérer la réponse comme "fantôme". Parmi les 24 enfants examinés dans ces conditions :

- Dans 4 cas, l'examen n'a pu être mené à terme, des perturbations de l'EEG quasi constantes avec des amplitudes dépassant le millivolt ayant saturé les possibilités du moyeneur.

- Pour 6 enfants, des REV ont pu être obtenues pour des stimulations de 90 db à 250 et 500 Hz seulement.

- 10 fois aucune réponse évoquée n'a pu être obtenue malgré des conditions d'examen satisfaisantes.

- Pour 4 enfants une courbe liminaire tonale a pu être établie, alors que les tests psycho-acoustiques ne permettaient que de supposer une audition plus ou moins normale.

Discussion :

La complexité de l'appareillage, de même que le temps nécessaire à l'examen ne permettent donc certainement pas d'utiliser l'AEEG comme méthode de dépistage chez le nourrisson. Dans certaines indications, l'AEEG permet cependant d'apporter des renseignements conséquents dans l'exploration de la fonction auditive de l'enfant :

- Investigations d'enfants présentant une surdité profonde bilatérale aux épreuves psycho-acoustiques. Dans ces cas, l'AEEG permet d'objectiver un éventuel reste auditif sur les basses fréquences. Ce reste auditif peut échapper aux autres méthodes électro-physiologiques telles que électro-cochléogramme ou réflexe stapédien. L'AEEG sera alors un élément déterminant dans l'indication d'un appareillage acoustique précoce.

- Détermination d'une courbe liminaire tonale, lorsque les épreuves psycho-acoustiques ne sont pas réalisables et que les autres techniques électro-physiologiques mettent en évidence une atteinte périphérique. Les limitations de l'utilisation de l'AEEG en pédaudiologie sont déterminées par 2 facteurs :

- premièrement l'âge : avant 6 mois, les variations de latence de la réponse évoquée, augmentent considérablement l'imprécision de la détermination du seuil.

- Deuxièmement la sédation La nécessité d'imposer une sédation qui peut dépasser une heure, limite l'utilisation de cette méthode au cas où les autres types d'investigations ne permettent pas d'obtenir les renseignements recherchés.

Il convient par ailleurs de remarquer que la méthode étant parfaitement atraumatique, les seuls dangers qu'elle présente sont inhérents au type de sédation utilisé.

5.4. - Expertises audiologiques

Les assurances, devant indemniser un patient, demandent à l'expert audiologiste une évaluation quantitative aussi précise que possible de la perte auditive. Cette évaluation peut être rendue difficile en raison du manque de collaboration rencontrée chez certains patients. La majoration ou la simple simulation, d'un déficit auditif, ne sont pas exceptionnels. Dépister de telles attitudes est rendu relativement simple par les nombreux tests proposés à ce sujet (Lombard) (43). La détermination du seuil de perception reste cependant quasiment impossible sans la collaboration du patient.

Tyberghien (44), Morgon (45), trouvent pour l'AEEG une indication de choix dans l'évaluation auditive de tels patients.

Notre expérience porte sur 18 cas. Parmi ceux-ci 2 cas illustrent bien le rôle que peut jouer l'AEEG dans de telles expertises.

Monsieur Z ... se plaint d'hypoacousie gauche profonde datant de 2 ans. Cette symptomatologie est apparue à la suite d'un accident de circulation après lequel il a été constaté la présence d'une fracture fronto-temporale gauche. Un écoulement purulent de l'oreille gauche apparu quelque temps plus tard a été traité, médicalement d'abord, puis par une tympanoplastie pratiquée par un spécialiste de la ville. A la suite de cette intervention, le patient se plaint de surdité totale à gauche. Le status post-opératoire est parfaitement en ordre. Le patient nous est adressé dans le cadre d'une expertise médico-légale, afin de fixer l'importance des séquelles cochléo-vestibulaires. Au cours de plusieurs examens audiométriques, le patient affirme constamment ne pas entendre à gauche. Les tests habituels de simulation, effectués par différents examinateurs, montrent que l'audition n'est pas abolie, mais diminuée dans une certaine mesure. Cette perte auditive reste cependant très difficile à évaluer, le patient refusant systématiquement de collaborer avec les examinateurs. Dans ce cas, l'AEEG a permis d'établir que la courbe tonale en conduction aérienne de l'oreille gauche accusait une perte auditive n'excédant pas 20 db sur les basses fréquences et 40 db sur les aigues. (fig. 18).

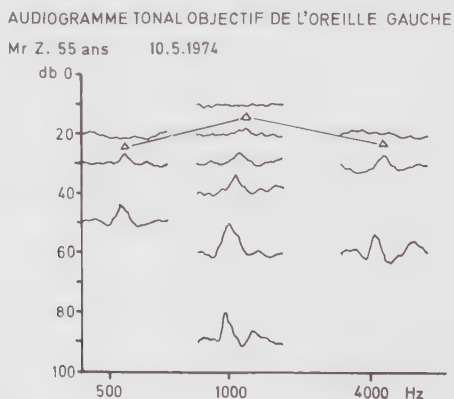


Fig. 18 Audiogramme objectif tonal pour trois fréquences obtenu en plaçant les REV sur une grille fréquentielle.

Le deuxième patient fait l'objet d'une expertise demandée par l'Assurance Militaire, pour une hypoacousie sévère sur les aigues. L'évaluation de cette perte auditive est rendue très difficile par la labilité des réponses aux divers tests audiométriques psycho-acoustiques. Ces variations ont même fait penser à certains examinateurs qu'il s'agissait d'une pure simulation. L'AEEG confirmait la présence d'un important hiatus auditif à 4 KHz pour les deux oreilles. (fig. 19).

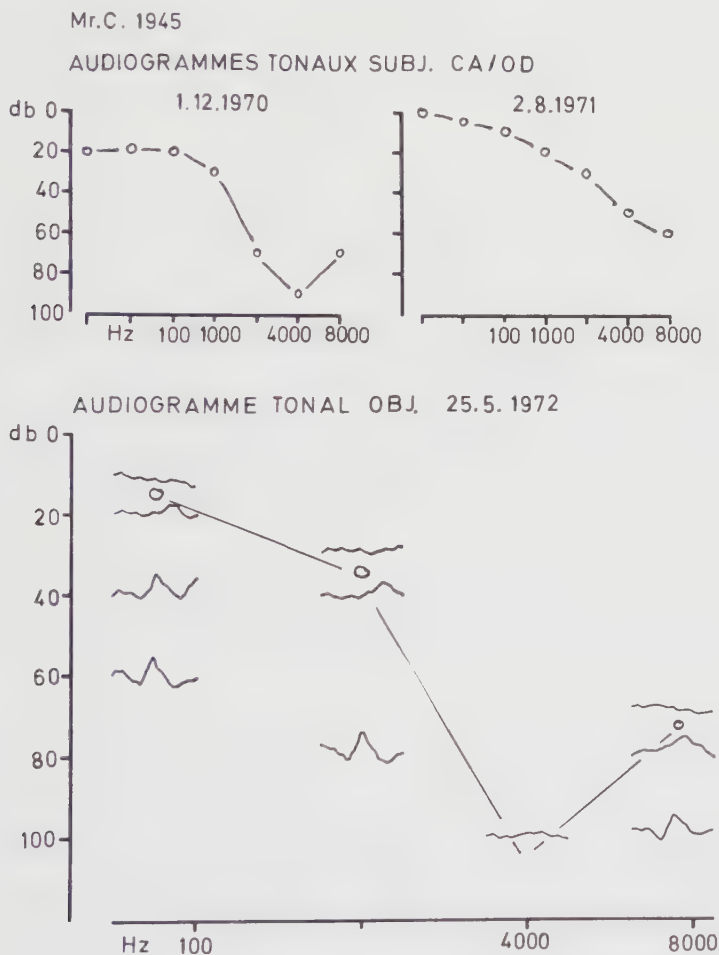


Fig. 19

En haut : 2 audiogrammes subjectifs incohérents.
En bas : audiogramme objectif obtenu par l'analyse de la REV pour 3 fréquences.

Discussion

La valeur médico-légale de l'AEEG doit encore être discutée. En effet, si une réponse évoquée au vertex permet de penser que les voies auditives sont conservées de la cochlée au cortex, elle ne permet pas d'affirmer une perception consciente du stimulus proposé.

Cependant dans le contexte des tests psycho-acoustiques, l'AEEG permet dans de nombreux cas de trancher entre plusieurs réponses incohérentes.

Elle offre alors un grand intérêt par la possibilité d'approcher le seuil spécifique de chaque fréquence et de déterminer ainsi une courbe tonale limite objective.

5.5. - Otoneurologie

En otoneurologie, l'évaluation de la fonction auditive par les épreuves psycho-acoustiques est souvent irréalisable ou insuffisante. Une approche objective de cette fonction est indispensable en cas de trouble de conscience, de surdité psychogène ou encore de lésion centrale du tronc cérébral.

Deux cas permettent d'illustrer le rôle de l'AEEG dans de telles situations.

- Un homme de 40 ans nous est adressé pour investigations d'une surdité transitoire provoquée par certains mouvements. En particulier, le patient peut provoquer une surdité totale bilatérale par compression d'une cicatrice de laminectomie C1-C3 pratiquée 2 ans auparavant. L'examen audiométrique subjectif montre une disparition complète de la perception auditive pendant 2 à 3 minutes après la compression.

L'électro-cochléogramme, pratiqué pendant la période de surdité subjective, montre une persistance du potentiel d'action du nerf auditif. L'amplitude de ce dernier est même nettement augmentée. Le réflexe stapédien persiste lorsque l'audition disparaît. (fig. 20).

L'AEEG, pratiquée chez ce patient, a montré une disparition complète de la REV après compression cervicale, coïncidant avec la perte subjective de l'audition. La REV réapparaît environ 3 minutes après l'arrêt de la compression, pendant que l'audition subjective récupère progressivement. Dans ce cas, l'AEEG a permis de confirmer une perte auditive, alors que les autres épreuves objectives testant l'organe périphérique avaient pu laisser suspecter une surdité psychogène. La combinaison électro-cochléogramme, réflexe stapédien, AEEG, ouvre ainsi la porte à des essais de localisation de surdité rétro-cochléaire. (fig. 21).

- Le deuxième cas est celui d'une jeune fille de 19 ans qui se présente pour investigations d'une surdité unilatérale apparue brusquement après un séjour en altitude. Les épreuves psycho-acoustiques concordent pour démontrer une surdité totale à gauche avec audition normale à droite. L'électro-cochléogramme montre un seuil normal pour les potentiels d'action du nerf auditif des

POTENTIELS DU NERF AUDITIF ENREGISTRES AU CAE

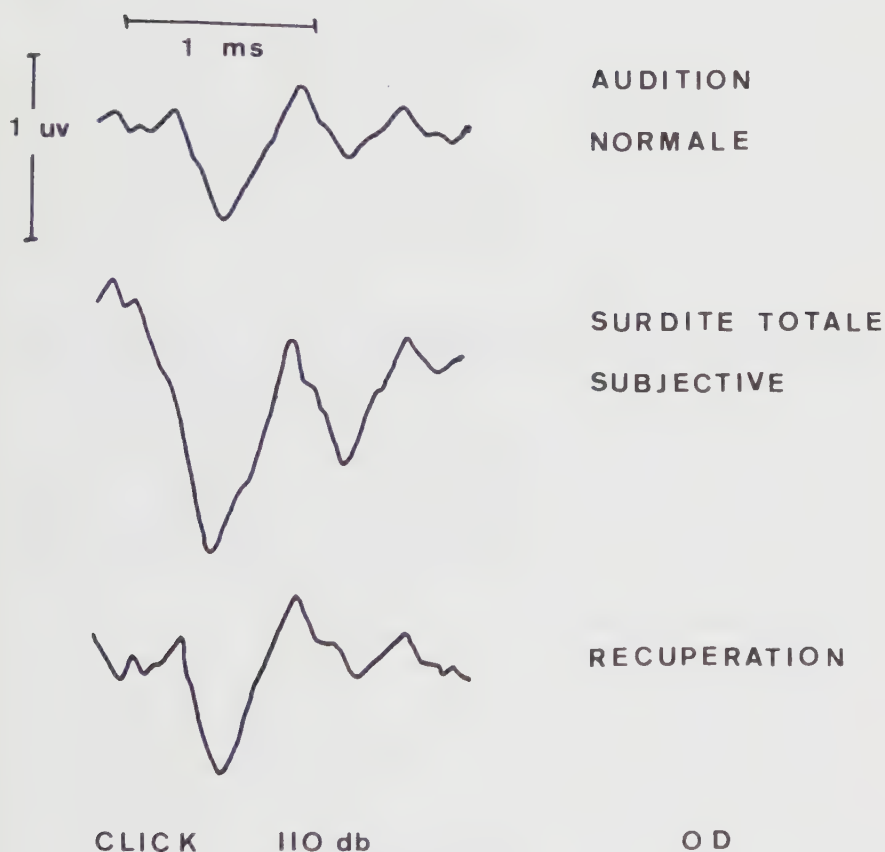


Fig. 20

Mr B., 40 ans, (surdité transitoire)

Enregistrement des potentiels d'action du nerf auditif (ECOG).

Pendant la période de surdité on note la persistance du potentiel d'action.

REPONSE EVOQUEE AU VERTEX

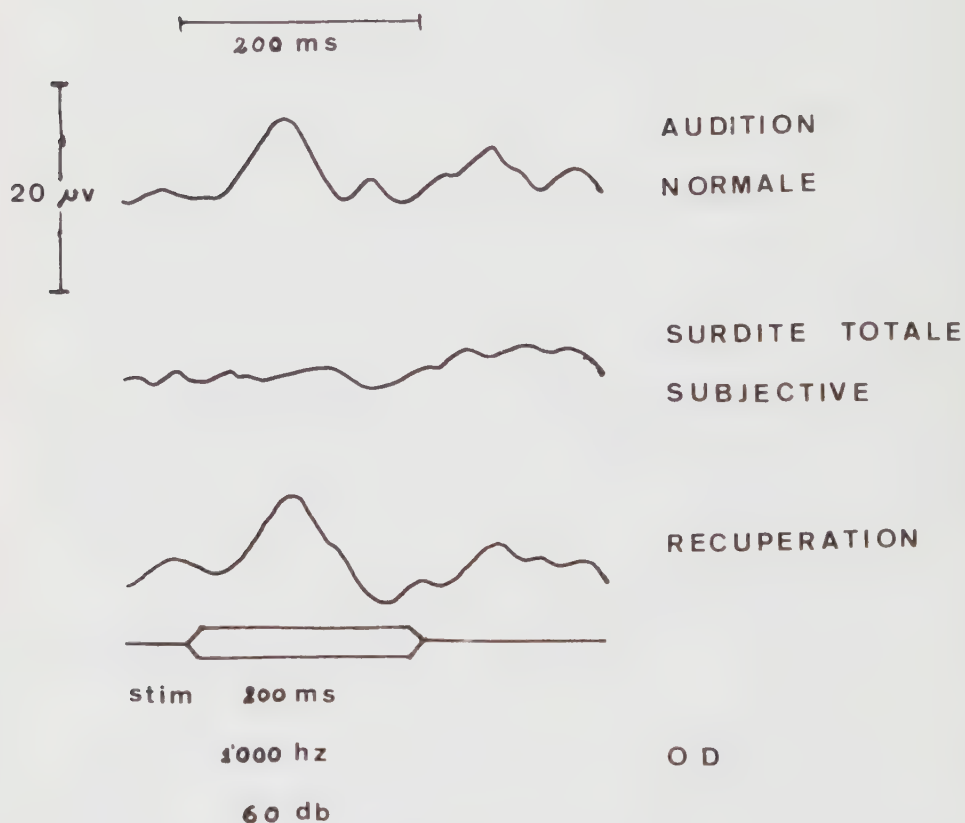


Fig. 21 Mr. B., 40 ans, (surdité transitoire)
AEEG
Disparition de la REV pendant la période de surdité

deux côtés. A l'AEEG on obtient des réponses évoquées pour des stimulations de 20 db pour 1 et 2 Khz des deux côtés. L'intégrité des voies auditives ayant été démontrée, le diagnostic de surdité psychogène est suspecté. Un examen psychiatrique et un traitement de psychothérapie confirmeront que le diagnostic et traiteront la symptomatologie de cette patiente.

Discussion :

L'application de l'AEEG en otoneurologie a été discutée par de nombreux auteurs. Cody (46) a montré que l'AEEG permet d'obtenir une appréciation globale objective de la fonction auditive, sans pour autant pouvoir distinguer d'une manière la localisation d'une lésion. Il démontre que la réponse n'est pas modifiée de manière caractéristique entre une surdité cochléaire ou rétro-cochléaire. Mac Candless (47) a décrit l'utilité de la méthode dans le diagnostic des surdités psychogènes. Dans un travail récent, Rapin (48) a situé la place de l'AEEG dans le contexte des épreuves objectives en otoneurologie.

- L'électro-cochléogramme apporte des renseignements sur la fonction de l'organe périphérique du nerf acoustique.

- Le réflexe stapédien teste l'intégrité de l'arc réflexe moteur auditif.

- L'AEEG permet de savoir si la stimulation proposée a passé au cortex.

Ces trois examens doivent donc être considérés comme complémentaires. Ils permettent, en confrontant le résultat, d'approcher dans certains cas la localisation d'une lésion.

Il nous semble que dans l'essai de localisation de surdité centrale, l'apport des potentiels évoqués du tronc (Bser) serait d'un grand intérêt en complément de l'électro-cochléographie et de l'AEEG.

Il convient encore de remarquer que l'AEEG une limitation importante dans son application en oto-neurologie. En effet les troubles de l'électro-encéphalogramme retentissent directement sur l'extraction de la REV et peuvent entraîner des erreurs d'interprétation. Il faut donc procéder à l'enregistrement EEG de contrôle avant de pratiquer l'AEEG.

6. CONCLUSION

Après 5 ans de l'application de l'AEEG en routine clinique, l'apport de cette méthode d'exploration de la fonction auditive peut être résumé en 3 points :

1. Mise en évidence de l'intégrité des voies auditives de la périphérie au cortex.
2. Détermination d'une courbe tonale liminaire objective.
3. En complément de l'électro-cochléogramme, du réflexe stapédien et des potentiels évoqués du tronc cérébral, l'AEEG permet l'approche de localisation de certaines pathologies rétro-cochléaires.

Les applications de l'AEEG se trouvent en particulier en audiologie infantile, en otoneurologie et dans les expertises audiologiques. Les principales limitations de la méthode résident dans la durée de l'examen, la complexité de l'interprétation des résultats dans certains cas et la nécessité de recours à une sédation prolongée lors d'examen de jeunes enfants.

Outre les dangers inhérents à la sédation chez l'enfant, l'AEEG ne présente aucune contre-indication médicale. Cette technique d'exploration de la fonction auditive trouve donc sa place parmi les moyens d'investigations d'un Centre d'Audiologie. Elle ne saurait remplacer les tests psycho-acoustiques ou les autres techniques d'investigations électro-physiologiques, mais en complément de ces derniers, l'AEEG apporte à l'audiologiste des éléments essentiels au diagnostic des troubles de l'audition.

BIBLIOGRAPHIE

1. BEKESSY G.U.
Zur Theorie des Hörens bei der Schallaufnahme durch Knochenleitung
Ann. Physik. 13 : 111, 1932.
2. FLETCHER H. , MUNSON A.
Loudness its Definition Mesurement and Calculation
J. Acoust. Soc. Amer. 5 : 82, 1933.
3. LUSCHER E. , ZWILOCKI J.
A Simple Method for Indirect Monaural Determination of the recruitment.
Acta Otol. Laryng. (Stockh.) Suppl. 78 : 156, 1948.
4. ZWILOCKI J. , LUSCHER G.
Comparison of the Various Methods Employed in the Determination of
Recruitment Phenomen.
J. Laryng. 65 : 184, 1951.
5. CARHART R. , JERGER J. F.
Preferred Method for Clinical Determination of pure tone Thresholds
J. et Speech and Hearing Disorders 24 : 330, 1959.
6. BEKESY G.U.
A new audiometer
Acta Otolaryng. (Stockh) 35 :-11, 1947.
7. KIANG N. Y. S.
Kischarge patterns of Simple Fiber in the Cat's Auditory Nerve
Cambridge, MIT Press, 1965.
8. ARAN J. M. , LE BERT G.
Les Réponses Nerveuses Cochléaires chez l'Homme, image du
Fonctionnement de l'oreille et Nouveau Test d'Audiométrie objective
Rev. Laryngol. Otol. Rhinol. (Bord) 89 : 361-378, 1968.
9. P. MONTANDON
Clinical Application of Auditory Nerve Responses Recorded from
the Ear Canal.
Acta Otolaryngol. (Stock.) 81 : 283-290, 1976.
10. OLIVIER J. Cl.
Les mesures d'impédance en Audiométrie
Cahiers CFA, No 11.

11. JERGER J.
Clinical experience with impedance audiometry
Arch. of Otolaryngol. 92/4 : 324, 1970.
12. DANIS P. A.
Effects of Acoustic Stimuli on the Waking Human Brain
J. Neurophysiol. 2 : 494-499, 1939.
13. BERGER H.
Ueber das Elektroenkephalogramm des Menschen
I. Arch. F. Psychiatr. 87 : 527-570, 1929.
14. DURUP G., FESSARD A.
L'électroencéphalogramme de l'homme. Données quantitatives sur
l'arrêt provoqué par des stimuli visuel ou auditifs.
C.R. Soc. Biol. 122 : 756-758, 1936.
15. GASTAUT H.J. et al.
Potentiels évoqués par des stimuli auditifs sur la région temporale
de certains épileptiques.
Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 6 : 557-564, 1954.
16. LOCHIS A.L., NEWTON H.E., HOBART G.H.
Distribution of disturbance-patterns in the human EEG, with spécial
référence to sleep, 1968.
17. HECOK K., GALAMBOS R.
Brain stem auditory evoked response in human infants adults
Arch. Otolaryngol. 99 : 30-33, 1974.
18. GEISSLER Cd., FISHDOPF L.S., ROSENBLOTH N.A.
Extracranial response to acoustic clits in man
Science 128 : 1210-1211, 1958.
19. BICKFORD R.G., CODY D.T.R.
Averaged evoked myogenic response in normal man
Laryngoscope 79 : 400-416, 1969.
20. DAVIS H.
Slow cortical response evoked by acoustic stimuli
Acta Otolaryng. (Stock) 179-185, 1959.
21. BANCAUD J., BLOCH W., PAILLARD J.
Contribution EEG à l'étude des potentiels évoqués chez l'homme
au niveau du vertex.
Rev. Neurol. 89 : 399-418, 1953.
22. DAVIS H., MAST T., YOSHIE N., ZERLIN S.
The slow response of the human cortex to auditory stimuli
recovery process
Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 21 : 105-113, 1966.
23. RAPIN J., SCHIMMEL H., et al-
Evoked responses to clicks and tones of varying intensity in
waking adults
EEG Clin. Neurophysiol. 21 : 335-344, 1966.

24. MORGON A.H., GERIN P., CHARACHON D., et al.
Une méthode d'audiométrie objective : l'audiométrie électroencéphalographique
J. Franç. Oto-Rhino-Laryng. 12 : 537-616, 1968.
25. WALTER W.G., COOPER R. et al.
Contingent negative variation : an electric sign et sensorimotor Association and expectancy in human brain
Nature 203 : 380-384, 1964.
26. GASTAUT Y.
Les pointes négatives évoquées sur le vertex. Leur signification psychophysiologique et pathologique
Rev. Neurol. 89 : 382-399.
27. BARNETT A., BAZELON M., ZAPPELLA M.
Visual and auditory fonction in an hydranencéphalie infant
Brain Research 2 : 351-360, 1966.
28. DAVIS H., OSTERHAMMEL P.A., WIER C.C., et al.
Slow vertex potentials : interactions among auditory tactile, electric and visual stimuli.
EEG Cl. Neurophysiol. 33 : 537-545, 1972.
29. BEAGLY H.A., KNIGHT J.J.
Changes in auditory evoked response within intensity
J. of Laryng. and otol. 81 : 861-873, 1967.
30. SHARRARD G.A.
A study of auditory evoked responses during sleep.
Audiol. 1316 : 458-463, 1974.
31. KEIDEL W.D., SPRENG M.
Computed audio-encéphalograms in man (a technique of objective audiometry)
Intern.Audio. 4 : 56-60, 1965.
32. ONISHI S., DAVIS H.
Effect of duration and rise time of tone bwists on evoked V potentials
J. Acoust. Soc. Am. 44 : 582-591, 1968.
33. ROSE D.E. et al.
A comparison of evoked response audiometry and routine clinical audiometry
Audiol. 11/3-4 : 23-243, 1972.
34. DOCY D.T.R., KLASS D.W., BICKFORD R.G.
Am objective method of evaluaking auditory acuity in amake and sleeping man
Trans. Am. Acad. Otol. 71 : 81-91, 1967.
35. RAPIN I., GRAZZIANI L.J.
Auditory evoked response in normal, brain damaged and deat children
Neurology 17/9 : 881-894, 1967.

36. CHUEDEN H. G.
The masking noise and its effect upon the human cortical evoked potential
Audiol. 11/1-2 : 90-96, 1972.
37. KONIG
Round table on the auditory masking
Xè Congrès international d'audiologie. Dallas, 1970.
38. SUZUKI Z., TAGUSHI K.
Cerebral evoked response to auditory stimuli in young children during sleep.
Ann. Otol. 77 : 102-110, 1968.
39. TYBERGHEIN J.
Objective (ERA) and subjective (COR) audiometry in the infant
Acta ORL (Stockh) 71 : 2-3, 1971.
40. TAGUSHI K. et al.
Evoked response in newborn infants
Acta ORL (Stockh) Suppl. 252 : 5-17, 1969.
41. RAPIN J. et al.
Summated auditory evoked responses for audiometry, experience in 51 children with congenital rubella
Int. Aud. 8 : 371-376, 1969.
42. DREYFUS-BRISSAC C.
The EEG of premature infant and the full-term boin. Normaland and abnormal development of waking and sleeping patterns
Neurol. and EEG studies in infancy 186-207, 1964.
43. LOMBARD E.
Le signe de l'élévation de la voix.
Ann. Mal. Oreil. Laryng. 37 : 101, 1911.
44. TYBERGHEIN J.
Les applications cliniques de l'audiométrie corticale
Acta ORL Belg. 23 : 473-80, 1969.
45. CODY D. T. R.
Cortical evoked responses in neuro-otologie diagnosis
Arch. otolaryng. 97/1 (96-103), 1973.
46. Mc CANDLESS G., LEUTZ W.
ERA in non organic hearing loss
Arch. Otolaryng. 87, 123-128, 1968.
47. RAPIN I.
Testing for hearing loss with auditory evoked response - Successes and failures
J. Commun. Disorders 7/1 : 3-10, 1974.

